



UZAY ORTAMINDA ÖĞRENME VE BELLEĞE ETKİ EDEBİLECEK BAZI FAKTÖRLERİN İRDELENMESİ

Serdar SARITAŞ^{1*}, Pınar ÖZ²

¹Department of Medical Biology, Medical School, Malatya Turgut Ozal University, 44000, Malatya, Türkiye

²Department of Molecular Biology and Genetics, Faculty of Engineering and Natural Sciences, Uskudar University, 34662, Istanbul, Türkiye

Özet: İnsanoğlu, antik çağlardan günümüze kadar uzayı daima merak etmiş ve gözlemiştir. Nihayet bu gözlemler, 1900'lü yılların başından itibaren uzaya gitmeye evrilmiştir. Soğuk savaş yıllarında, Amerikalıların ve Rusların karşılıklı hamleleriyle başta yörüngeye, uydu, hayvan, insan gönderilmiş ve en nihayetinde aya insan gönderilerek bu yarış çok büyük bir ivme kazanmıştır. Uzay, yeryüzünde yaşayan (tüm evrimsel süreçlerini dünyada gerçekleştiren) insan için ekstrem bir ortamdır ve uzaya giden insanları (astronot ve kozmonotlar) fizyolojik ve psikolojik olarak etkilemektedir. Bu derlemede; öğrenme ve bellek süreçlerine mikrogravitenin (buna bağlı olarak ortaya çıkan ağırlıksızlık), radyasyonun (kozmetik radyasyon, güneş patlamaları, vs) izolasyonun ve bazı diğer faktörlerin (cinsiyet, kültür ve dil gibi) etkileri irdelenmeye çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Uzay, Mikrogravite, Radyasyon, İzolasyon, Öğrenme, Bellek


Examination of Some Factors That May Affect Learning and Memory in the Space Environment


Abstract: Mankind has always wondered and observed space from ancient times to the present. Finally, these observations have evolved to go into space since the early 1900s. During the Cold War years, with the mutual moves of the Americans and the Russians, satellites, animals, and humans were sent to orbit, and finally, humans were sent to the moon and this race gained a great momentum. Space is an extreme environment for human beings living on earth (who performs all their evolutionary processes on earth) and it affects people who go to space (astronauts and cosmonauts) physiologically and psychologically. In this review; the effects of microgravity (the resulting weightlessness), radiation (cosmic radiation, solar flares, etc.) isolation and some other factors (such as gender, culture, and language) on learning and memory processes have been tried to be examined.

Keywords: Space, Microgravity, Radiation, Isolation, Learning, Memory

*Sorumlu yazar (Corresponding author): Department of Medical Biology, Medical School, Malatya Turgut Ozal University, 44000, Malatya, Türkiye

E mail: serdarsaritas44@hotmail.com (S. SARITAŞ)

Serdar SARITAŞ  <https://orcid.org/0000-0003-4076-9001>

Pınar ÖZ  <https://orcid.org/0000-0001-6006-9921>

Gönderi: 10 Mayıs 2022

Kabul: 27 Mayıs 2022

Yayınlanma: 01 Eylül 2022

Received: May 10, 2022

Accepted: May 27, 2022

Published: September 01, 2022

Cite as: Saritaş S, Öz P. 2022. Examination of some factors that may affect learning and memory in the space environment. BSJ Health Sci, 5(3): 597-599.

1. Giriş

Uzay uçuşları ister kısa ister uzun görevleri kapsasın, astronotları hem fizyolojik hem de psikolojik olarak etkilemektedir. Bu etkilerin temel nedenleri, mikrogravite (buna bağlı olarak ortaya çıkan ağırlıksızlık), radyasyon (kozmetik radyasyon, güneş patlamaları, vs) ve izolasyondur. Bu temel nedenlerin dışında, uçuş personellerinin kişisel özellikleri, uçuş aracının fiziksel kapasitesi, aileden uzak kalma gibi başka birçok neden de uzay uçuşlarında uçuş ekibini etkilemektedir. Bu etkilerden dolayı, uzay hareket hastalığı, okülo-vestübüler rahatsızlıklar, intrakraniyal basınç artışı, kas-kemik kaybı gibi birçok sorun ortaya çıkmaktadır. Yapılan bazı çalışmalar bu ekstrem koşulların öğrenme becerisine ve belleğe de etki edebileceğine dair ip uçları vermiştir.

2. Uzay Uçuşunda Öğrenme ve Belleğe Etki Edebilecek Faktörler

İnsanoğlu antik çağlardan itibaren, başını gökyüzüne

çevirmiş ve dünyanın dışını daima merak etmiştir. Göksel olayları, önce astroloji daha sonra astronomi ile anlamaya çalışmıştır. Nihayet 20.yy. ortalarında bu arayış önce uzaya uydu göndermek, ardından liaka'nın geriye dönüş olmaksızın yolculuğu (SSCB'nin uzaya gönderdiği köpek) ve Yuri Gagarin ile (Yörüngeye ilk giden kozmonot) hız kazanmıştır. Bugün ise hedeflenen dünya dışında bir gezegene (Mars'a) gitmek olmuştur (Kanas ve Manzey, 2008). Marsa gitme çalışmaları daha çok şeyi düşünmeyi ve tasarlamayı gerektirmiştir. İnsanın uzaydaki bu uzun yolculuğunun (Marsa yolculuğunun) psikolojik ve fizyolojik etkileri de tartışılmaya başlanmıştır. Bu derleme çalışmasında uzayda insanın öğrenme becerisine ve belleğine etki eden mikrogravite, radyasyon, izolasyon ve diğer nedenler irdelenecektir.

2.1. Mikrogravitenin (Ağırlıksızlığın) Etkileri

Diğer tüm canlılar gibi insanlarda yeryüzündeki yer çekimine uygun olarak evrim süreci geçirmiş ve organizmaları buna adapte olmuştur. Hatta tüm fizyolojik süreçler de bu çekimin etkisine göre biçimlenmiştir.



Uzayda, dünyadakine benzer bir durum olmayıp, mikrogravite durum söz konusudur. Mikrogravite (ağırlıksızlık) en genel hali ile düşük yer çekimi olarak ifade edilebilir. Dünyada $9,807 \text{ m/s}^2$ olarak ölçülen bu çekim, ay yüzeyinde $1,622 \text{ m/s}^2$, Mars'ta ise $3,711 \text{ m/s}^2$ olarak kabul edilmektedir. Görüldüğü gibi bu çekim ay'da dünyanın %16'sı kadar, Mars'ta ise %38 kadarına karşılık gelmektedir (Kanas ve Manzey, 2008, Clement ve Reschke 2008). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda mikrogravite ve yüksek bilişsel işlevler arasındaki etkiyi gösteren (olumsuz yönde) çalışmalara rastlanmadığı gibi kafa karışıklığı yaratan sonuçlarda bulunmuştur (Lipnicki ve Gunga, 2009, Clément, 2007, Mammarella, 2020). Yeryüzünde yapılan mikrogravite simülasyon çalışmalarının bir kısmında, genel yaratıcı düşünme sorunları ve matematiksel işlemleri kapsayan hafıza görevlerinde sorunlar ortaya çıktığı bildirilmiştir (Connors ve ark., 1986, Seaton ve ark., 2007). Ancak yeryüzünde yapılan başka çalışmalarda ise katılımcılarda yaratıcı düşünme, bilişsel testler kullanılarak problem çözme, iki ve üç boyutlu işlemleri yürütme becerilerinde azalma olmadığı görülmüştür (Zubek ve MacNeill, 1966, Storm ve Giannetta, 1974, Shehab ve ark., 1998, Koppelmans ve ark., 2015). Hatta yeryüzünde yapılan birkaç araştırmada (uzay simülasyonu çalışmalarında) mekanizması tam olarak açıklanamamakla beraber bazı bilişsel işlemlerin daha iyi olduğu gösterilmiştir (Marishchuk ve ark., 1970, DeRoshia ve Greenleaf, 1993, Pavy Le-Traon ve ark., 1994, Wollseiffen ve ark., 2016). NASA'nın en son yaptığı meşhur ikiz kardeşler çalışması mikrogravitenin yüksek bilişsel işlevler üzerine etkisini anlamak açısından oldukça yararlı olmuştur. Görevden dönen kardeşin (dönüşten 6 ay geçmesine karşın) bazı bilişsel görevlerde, uzaya gitmeyen kardeşe göre daha yetersiz olduğu görülmüştür (Garrett-Bakelman ve ark., 2019). Tüm bu bilgiler ışığında mikrogravite'nin işler belleğe (working memory) ve hafızaya etkilerinin olabileceği ancak görev süresi (uzun veya kısa) ve diğer faktörlerin (sosyal izolasyon, hapsedilme duygusu ve radyasyon gibi) etkilerini daha iyi ortaya koyabilmek için ileri çalışmalara ihtiyaç duyulduğu söylenebilir.

2.2. Uzay Radyasyonunun Etkileri

Uzay yolculuğu sırasında, astronotlar 3 kaynaktan gelen radyasyona maruz kalırlar. Bunlar, güneşten gelen parçacıklar halindeki enerji (solar particle events, SPE), galaktik kozmik radyasyon (GCR) ve dünyanın manyetosferinden gelen radyasyondur (Kanas ve Manzey, 2008, Clement ve Reschke, 2008). Alçak dünya yörüngesinde astronotlar, Van Allen kuşağına hapsedilmiş yüklü parçacıklardan büyük ölçüde korunurlar (Kiffer ve ark., 2019). Dünyanın manyetik alanı dışındaki en zararlı radyasyon bileşeni yüksek enerji çekirdeği ve galaktik kozmik radyasyondur. Uzaydaki bu yoğun radyasyon, görevleri sırasında astronotları davranışsal ve bilişsel olarak olumsuz yönde etkileyebilmektedir (Kanas ve Manzey, 2008, Clement ve Reschke 2008). Radyasyon aslında oldukça geniş bir kavram olup, uzaydaki radyasyona kaynak olabilecek onlarca büyük veya küçük

parçacık vardır. İnsanlar üzerindeki zararlı etkilerinden dolayı, bu konudaki çalışmalar rodentler (fare, sıçan) üzerinde yapılmıştır. Rodent çalışmaların da birçok farklı radyoaktif madde kullanıldığı da görülmüştür. Bu çalışmaların çoğunda başta ^{56}Fe olmak üzere, ^1H , ^{16}O , ^{28}Si , ^4He , ^{48}Ti , ^{20}Ne gibi yüklü parçacıklar kullanılmıştır (Kiffer ve ark., 2019). Birçok çalışmanın incelendiği bir derlemede, radyasyonun türüne ve dozuna bağlı olarak rodentlerde öğrenme, bellek, korku, anksiyete ve sosyal davranışların bozulduğu bildirilmiştir (Cekanaviciute ve ark., 2018). Krukowski ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmaya göre erkek farelerin tanıma (recognition memory) hafızaları ve sosyal davranışları bozulurken, dişi farelerde bu yönde bir değişim olmadığı bildirilmiştir. Yine aynı çalışmaya göre erkek farelerin hipokampuslarında mikrogial aktivasyon ve sinaptik kayıp bildirilmiş ve AMPA ekspresye eden sinaptik terminallerde azalma olduğu ifade edilmiştir. Enteresan bir biçimde bu durum dişi farelerde gözlenmemiştir (Krukowski ve ark., 2018) Bu durum cinsiyet farklılığının getirebileceği avantajlara yönelik daha fazla çalışma yapılması gerektiğini düşündürmektedir. İnsanlığın büyük hedeflerinden biri olan Mars'a seyahat, uzun bir yolculuk olacaktır. Bu uzun yolculukta derin uzaydaki radyasyonun etkilerine dair rodent çalışmalarının yanı sıra hücre kültürü çalışmalarına da yer verilmesi yararlı olabilir.

2.3. İzolasyonun Etkileri

Kısıtlı bir alanda yaşama (hapsedilme) ve izolasyonun güçlü psikolojik stresörler olduğu bilinmektedir (Schneider ve ark., 2010). Uzay görevlerinde kullanılan araçlar (roket, uzay mekiği, ISS... gibi) çoğunlukla kısıtlı alanlara sahiptir. Bu da astronotların hapsedilmişlik duygusu ve izolasyon duygusu yaşamasına neden olmaktadır (Kanas ve Manzey, 2008). Bu bağlamda, yapılmış en önemli çalışmalardan biri MARS500 projesi olmuştur. Bu proje, Biyo-Tıbbi Sorunlar Enstitüsü (IBMP) ve Avrupa Birliği tarafından (Avrupa Uzay ajansı ESA) ortaklaşa geniş uluslararası katılım bir simülasyon çalışması olmuştur (Brem ve ark., 2020). Bu çalışmada, tıbbi ve biyolojik testleri (fiziksel uygunluk, duygusal sağlamlık gibi) içeren modifiye edilmiş astronot seçim kriterlerine uygun olarak katılımcılar seçilmiştir. Bu çalışmaya göre (DTI data'ya dayalı olarak) uzun süreli kapalı kalma, beyin ak maddesinde mikro yapısal değişikliklere neden olmuştur. Bu deneyin sonunda sağ temporo-parietal kavşakta fraksiyonel anizotropide azalma bildirilmiştir. Bu çalışma ilk kez Difüzyon Tensör Görüntüleme kullanımı ile in-vivo olarak gerçekleştirilmesi bakımında oldukça önemlidir (Brem ve ark., 2020). Yeryüzünde ve sadece izole edilmiş bir alanda yapılmış simülasyon çalışmaları bazı önemli bilgiler sağlasa da, derin uzayda yapılacak ve diğer stres unsurlarının da dahil olduğu (kabinde bulunanların cinsiyetleri, kültürel özellikleri vb. gibi) gerçek bir Mars yolculuğu için bu bilgilerin sınırlı kaldığı ifade edilebilir.

2.4. Diğer Faktörlerin Etkileri

Bu derleme çalışmasında, okuyuculara fikir vermesi

açısından, ilgili literatür bilgisi ışığında uzayda insan fizyolojisini, psikolojisini ve doğal olarak öğrenme ve belleği etkileyen mikrogravite, radyasyon ve izolasyon kavramlarından kısaca söz edilmiştir. Ancak, bu faktörlerin dışında, astronotların cinsiyetleri, kültürleri (özellikle Amerikalı ve Ruslar) ve konuştukları dillere (farklı dillerde konuşan astronotların iletişim problemleri ve yanlış anlamalar yaşamasına) bağlı olarak önemli sorunlar yaşadığı bildirilmiştir. Hatta aynı dili konuşanlar arasındaki bile diyalektik farklılıklardan kaynaklanan iletişim sorunları yaşandığı ifade edilmiştir (Kanas ve Manzey, 2008), ayrıca kişilik özelliklerinin de (özellikle liderlik çatışmaları açısından) kimi zaman astronotlar arasında sorun yarattığı ifade edilmiştir.

3. Sonuç

Uzun zamandır, dünya atmosferinin dışına gitmek hayal olmaktan çıkmış ve birçok kez başarılıdır. Uzay çalışmaları artık Amerikan ve Rus çekişmesinin etkisinden önemli ölçüde uzaklaşmış, hatta ticarileşmiştir (Örneğin SpaceX). Bugün öncü Amerikan (NASA) ve Rus (Roskosmos) ekollerinin dışında Avrupalı (ESA), Kanadalı (CSA), Çinli (CNSA), Hintli (ISRO), Japon (JAXA) ve birçok diğer uzay ajansı da bu yarışa dahil olmuştur. Günümüzde artık hedeflenenler, uzay turizmini başlatmak, uzayda daha uzun süre kalabilmek, farklı gezegenlere gitmek ve hatta uzay madenciliği yapmaktır. Bu hedeflere ulaşmak için insanların yetenekleri daima önemli bir faktördür. Bu yeteneklerin kazanılması ve geliştirilmesi, insanın öğrenebilme becerisine ve onun hafızası bağlı olduğu söylenebilir. Mars seyahati gibi uzun bir yolculukta öğrenme becerisinin ve belleğin ne ölçüde etkileyeceğini tahmin etmek biraz güç olmakla birlikte, yapılan kimi çalışmalar bazı ipuçları sağlamaktadır.

Yapılan çalışmalara göre Mars seyahatinin yaklaşık 560 ila 1100 günlük süreyi kapsayacağı tahmin edilmektedir. Gelecekte bu seyahatin gerçekleşmesinden sonra, uzun uzay yolculuğunun öğrenme becerisine ve belleğe olan olası etkileri çok daha detaylı bir biçimde anlaşılacaktır.

Katkı Oranı Beyanı

Konsept: S.S. (50%) ve P.Ö. (%50), Tasarım: S.S. (50%) ve P.Ö. (%50), Denetim: S.S. (50%) ve P.Ö. (%50), Kaynak taraması: S.S. (50%) ve P.Ö. (%50), Yazma: S.S. (50%) ve P.Ö. (%50), Eleştirel inceleme: S.S. (50%) ve P.Ö. (%50), Gönderim ve revizyon: S.S. (50%) ve P.Ö. (%50). Tüm yazarlar makalenin son halini incelemiş ve onaylamıştır.

Çatışma Beyanı

Yazarlar bu çalışmada hiçbir çıkar ilişkisi olmadığını beyan etmektedirler.

Kaynaklar

- Brem C, Lutz J, Vollmar C. 2020. Changes of brain DTI in healthy human subjects after 520 days isolation and confinement on a simulated mission to Mars. *Life Sci Space Res*, 24: 83-90
- Cekanaviciute E, Rosi S, Costes SV. 2018. Central nervous system responses to simulated galactic cosmic rays. *Int J Mol Sci*, 19: 1-14.
- Clément G, Reschke MF. 2008. *Neuroscience in space*. Springer, NewYork, US, DOI: 10.1007/978-0-387-78950-7.
- Clément G. 2007. Using your head: cognition and sensorimotor functions in microgravity. *Gravitat Space Biol*, 20: 65-78.
- Connors MM, Harrison AA, Akins FR. 1986. Psychology and the resurgent space program. *Am Psychol*, 41: 906-913.
- DeRoshia CW, Greenleaf JE. 1993. Performance and mood-state parameters during 30-day 6 degrees head-down bed rest with exercise training. *Aviat Space Environ Med*, 64: 522-527.
- Garrett-Bakelman FE, Darshi M, Green SJ, Gur RC, Lin L, Macias BR. 2019. The NASA twins study: a multidimensional analysis of a year-long human spaceflight. *Science*, 364: 8650.
- Kanas N, Manzey D. 2008. *Space psychology and psychiatry*. Springer, California, US, pp: 240.
- Kiffer F, Boerma M, Allen A. 2019. Behavioral effects of space radiation: A comprehensive review of animal studies. *Life Sci Space Res*, 21: 1-21.
- Koppelmans V, Mulavara AP, Yuan P, Cassady KE, Cooke KA, Wood SJ. 2015. Exercise as potential countermeasure for the effects of 70 days of bed rest on cognitive and sensorimotor performance. *Front Syst Neurosci*, 9: 121.
- Krukowski K, Grue K, Frias ES, Pietrykowski J, Jones T, Nelson N, Rosi S. 2018. Female mice are protected from space radiation-induced maladaptive responses. *Brain Behav Immunity*, 74: 106-120.
- Lipnicki DM, Gunga HC. 2009. Physical inactivity and cognitive functioning: results from bed rest studies. *Eur J Appl Physiol*, 105: 27-35.
- Mammarella N. 2020. The effect of microgravity-like conditions on high-level cognition: A review. *Front Astron Space Sci*, 7(6): 1-5.
- Marishchuk VL, Dzhamgarov TT, Dem'Yanenko YK, Stupnitskiy VP, Hvoynov BS. 1970. Stability of psychic functions during prolonged confinement to bed. *Probl Space Biol*, 13: 175-180.
- Pavy Le-Traon A, Rous De Feneyrols A, Cornac A, Abdeseelam R, N'uygen D, Lazerges M. 1994. Psychomotor performance during a 28-day headdown tilt with and without lower body negative pressure. *Acta Astronaut*, 32: 319-330.
- Schneider S, Brümmer V, Carnahan H, Kleinert J. 2010. Exercise as a countermeasure to psycho-physiological deconditioning during long-term confinement. *Behav Brain Res*, 211(2): 208-214.
- Seaton KA, Slack KJ, Sipes W, Bowie K. 2007. Artificial gravity as a multi-system countermeasure: effects on cognitive function. *J Gravit Physiol*, 14: 27-30.
- Shehab RL, Schlegel RE, Schifflett SG, Eddy DR. 1998. The NASA performance assessment workstation: cognitive performance during head-down bed rest. *Acta Astronaut*, 43: 223-233.
- Storm WF, Giannetta CL. 1974. Effects of hypercapnia and bedrest on psychomotor performance. *Aerosp Med*, 45: 431-433.
- Wollseiffen P, Vogt T, Abeln V, Struder HK, Askew CD, Schneider S. 2016. Neuro-cognitive performance is enhanced during short periods of microgravity. *Physiol Behav*, 155: 9-16.
- Zubek JP, MacNeill M. 1966. Effects of immobilization: behavioural and EEG changes. *Can J Psychol*, 20: 316-336.